



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 332 536**

51 Int. Cl.:
H04L 12/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06808315 .3**

96 Fecha de presentación : **12.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1935139**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2008**

54 Título: **Procedimiento y sistema de transmisión de una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos.**

30 Prioridad: **13.09.2005 FR 05 09312**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.02.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.02.2010

73 Titular/es: **FRANCE TELECOM**
6, place d'Alleray
75015 Paris, FR

72 Inventor/es: **Barthel, Dominique y**
Bachir, Abdelmalik

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 332 536 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de transmisión de una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos.

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se refiere al sector de la transmisión de una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos por escalonamiento de preámbulo en una red de comunicación, y más en particular en una red inalámbrica que utiliza el medio radio.

10 **Antecedentes de la invención**

Para la transmisión de una señal por un canal de una red de comunicación, los protocolos de acceso a un medio convencional (por ejemplo, IEEE 802.11 DCF) necesitan que un emisor-receptor de radio (*radio transceiver*, en inglés) esté encendido de forma permanente, listo para recibir la señal. Este modo de “listo para recibir” consume mucha energía. En efecto, si no hay ninguna transmisión por el canal, esta energía es malgastada por una escucha pasiva. Este problema es claramente visible en las redes de captadores de bajo tráfico de tipo *ad hoc* en el que el canal está libre la mayor parte del tiempo.

20 Con el fin de resolver este problema, existen métodos de transmisión por escalonamiento de preámbulo que permiten reducir el sobre coste de la escucha pasiva.

En efecto, la figura 8 muestra de manera esquemática la evolución en el tiempo 125 de la transmisión de una señal 111 que comprende un preámbulo 115 y una trama de datos 113, entre un nodo emisor 101a y un nodo receptor 101b. El protocolo de escalonamiento de preámbulo consiste, para un nodo, en escuchar el canal radio de forma intermitente.

En efecto, el eje de tiempo 125 del nodo receptor 101b está dividido en períodos breves representados por pequeños cuadrados 129, durante los cuales la radio está encendida (es decir, que el nodo receptor 101b está despierto). Estos breves períodos 129 de escucha están separados por períodos 127 largos durante los que la radio está apagada (es decir, que el nodo receptor 101b está dormido). El eje de tiempo 125 del nodo emisor 101a muestra el envío de la señal 111 que comprende la trama de datos 113, precedida por el preámbulo 115.

De ese modo, en este tipo de protocolos, un nodo pasa la mayor parte de su tiempo con la radio apagada con el fin de reducir la escucha pasiva y ahorrar con ello energía.

35 De una manera general, el nodo debe verificar periódicamente, por ejemplo cada T_w segundos (período 127), si existe alguna señal (o algún mensaje) que esté destinado al mismo. Para ello, el nodo se despierta durante un pequeño período 129 para escuchar el canal.

40 Si el nodo encuentra que el canal está libre, se vuelve a dormir (radio apagada). Por el contrario, si detecta la presencia de un preámbulo (motivo conocido de bits) sobre el canal, se mantiene despierto (período 117) para recibir la trama de datos 113 que sigue al preámbulo 115. Tras la recepción de datos 113, el nodo vuelve a dormir. En efecto, el preámbulo 115 es una trama larga que contiene repeticiones de motivos de bits conocidos. Esto permite que un nodo despierto reconozca un motivo con el fin de saber si se trata de un preámbulo 115.

45 Por otra parte, cuando el nodo desea enviar una trama de datos, escucha inicialmente el canal. Si encuentra que el canal está ocupado, sigue escuchando hasta que el canal se libera. Por el contrario, si encuentra que el canal está libre, envía un preámbulo antes de enviar la trama de datos. La duración del preámbulo debe ser al menos igual a T_w para asegurar que todos los nodos receptores potenciales estén despiertos durante la emisión del preámbulo, para que los mismos no pierdan los datos que han de seguir al preámbulo.

Se conoce un procedimiento propuesto por Enz CC., El-Hoiydi A., Decotignie J. y Peiris V., en su documento titulado “WiseNET: An Ultra low-Power Wireless Sensor Network Solution” (IEEE Computer, 37(8): 62-70, agosto de 2004), para reducir el tamaño del preámbulo. En efecto, este documento describe un algoritmo que utiliza un escalonamiento de preámbulo de tamaño reducido, que permite reducir el coste de los mensajes en modo punto a punto (*unicast* en inglés). Esto permite reducir la duración de transmisión y de recepción, y por lo tanto ahorrar energía.

60 Sin embargo, este procedimiento no permite reducir el coste de comunicación en modo multipunto (*broadcast* en inglés), en cuyo caso la escucha del preámbulo es una escucha inútil.

Por otra parte, cuando un nodo desea transmitir y encuentra el canal ocupado, sigue escuchando hasta que el canal se libera para enviar su trama. En efecto, el nodo no sabe el momento en que se libera el canal de nuevo. Esta escucha inútil consume energía.

65 Además, según este procedimiento, un nodo puede recibir tramas de datos redundantes puesto que no hay ninguna manera de verificar que se han recibido ya las mismas tramas de datos, y de ese modo se desperdicia mucha energía inútilmente.

Objeto y resumen de la invención

La invención pretende optimizar el consumo de energía por parte de los nodos de una red de comunicación particular, una red de tipo *ad hoc*.

A tal fin, la invención se refiere a un procedimiento de transmisión de una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos, por una red de comunicación que incluye una pluralidad de nodos, que se caracteriza porque comprende:

- la generación de una señal cuyo preámbulo incluye una secuencia numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos,

- el envío de la señal a través de la red.

Con la recepción de una micro-trama, un nodo reconoce que se trata de un preámbulo. A partir del número de secuencia contenido en la micro-trama recibida, el nodo receptor puede determinar el número restante de micro-tramas en la secuencia, por delante de la trama de datos, y, por consiguiente, el momento de llegada de la trama de datos (es decir, la duración restante con anterioridad a la llegada de esta trama de datos, a continuación de la recepción de la micro-trama considerada).

La duración entre una primera y una segunda micro-trama de la citada secuencia de micro-tramas es superior o igual a un período determinado correspondiente a un tiempo de adormecimiento de un nodo entre dos despertares consecutivos.

De ese modo, se asegura siempre que el nodo puede recibir al menos una micro-trama.

Según un primer modo particular de la invención, con la recepción de una micro-trama por parte de un nodo, el citado nodo lee el número de secuencia de la micro-trama recibida, deduce el momento de llegada de la trama de datos y se adormece entre esos tiempos. El nodo receptor puede así adormecerse tras haber recibido la micro-trama y hasta la llegada de la trama de datos. Gracias a esto, el consumo de energía debido a una escucha inútil se reduce considerablemente, garantizando en cualquier caso la recepción de la trama de datos.

Esto permite un ahorro de energía, reduciendo el coste de recepción de una trama de datos en los modos de multipunto o de punto a punto.

Según un segundo modo particular de la invención, con el fin de acceder a un canal de red de comunicación:

- a) un nodo se despierta para escuchar el canal;

- b) si el nodo recibe una micro-trama que indica que el canal está ocupado por otro nodo:

- el nodo lee el número de secuencia de la micro-trama para deducir la duración de la ocupación de dicho canal, y

- se adormece para despertarse solamente al final de esta duración de ocupación con el fin de acceder a dicho canal.

Esto permite un ahorro de energía al reducir el tiempo de escucha inútil para acceder al canal en caso de que este último esté ocupado por otro nodo.

Ventajosamente, comprendiendo las micro-tramas una signature de la trama de datos, tras la recepción de una micro-trama por un nodo el citado nodo lee la signature de la trama de datos con el fin de verificar si se ha recibido ya esta trama de datos.

Esto permite reducir todavía más el coste de la escucha inútil de tramas redundantes, permitiendo también un ahorro de energía.

Esta signature puede ser obtenida aplicando una función de fragmentación a la citada trama de datos. Esto permite crear improntas de tamaño fijo y reducido a partir de las tramas de datos de tamaño variable.

Ventajosamente, una micro-trama incluye una dirección de destino. Esto permite que un nodo reconozca en seguida si la trama de datos está destinada a otro nodo, permitiendo así reducir todavía más el coste de la escucha inútil de tramas.

La invención plantea también un dispositivo de emisión de una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos, por una red de comunicación, que se caracteriza porque comprende medios de generación destinados a generar una señal cuyo preámbulo incluye una secuencia numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-

tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas en la secuencia, por delante de la trama de datos.

La invención se refiere igualmente a un dispositivo de recepción de una señal transmitida a través de una red de comunicación, comprendiendo la citada señal un preámbulo que incluye una secuencia numerada de micro-tramas y una trama de datos, siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos, que se caracteriza porque incluye medios de control adaptados para, con la recepción de una micro-trama de una señal, leer el número de secuencia de la micro-trama recibida, determinar, a partir del número de secuencia leído, el momento de llegada de la trama de datos de la señal, y ordenar el adormecimiento del dispositivo de recepción a continuación de la recepción de la micro-trama después de despertarse con el fin de recibir la citada trama de datos.

La invención se refiere también a un sistema de transmisión de tramas de datos, que incluye al menos un nodo emisor y un nodo receptor, que se caracteriza porque el nodo emisor incluye un dispositivo de emisión tal como el que se ha definido anteriormente y el nodo receptor incluye un dispositivo de recepción tal como el que se ha definido anteriormente.

La invención plantea, por último, una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos, que se caracteriza porque el preámbulo incluye una secuencia numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos. Una micro-trama puede incluir además:

- una signatura de la trama de datos, y/o
- una dirección de destino.

Breve descripción de los dibujos

Otras particularidades y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción realizada, a continuación, a título indicativo pero no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática de un sistema de transmisión que incluye una pluralidad de nodos en una red de comunicación según la invención;
- la figura 2 es una vista esquemática de una señal que comprende una trama de datos precedida por un preámbulo que incluye una secuencia de micro-tramas según la invención;
- la figura 3 es una vista esquemática de una transmisión entre dos nodos de una señal según la figura 2;
- las figuras 4 a 6 son vistas esquemáticas de una evolución en el tiempo que muestra varios modos de transmisión de una señal entre dos nodos;
- la figura 7 es una vista esquemática de una estructura de una micro-trama que incluye varios campos según la invención; y
- la figura 8 es una vista esquemática de una evolución en el tiempo de una transmisión de una señal entre dos nodos según la técnica anterior.

Descripción detallada de modos de realización

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de transmisión que incluye una pluralidad de nodos 1 en una red de comunicación 3 según la invención. Esta red 3 puede ser una red extensa o local inalámbrica, que utilice el medio radio. Cada nodo 1 de la red 3 corresponde a una entidad que puede ser móvil y que puede establecer una comunicación con sus nodos 1 contiguos por medio de un canal 4 de radio. En efecto, el nodo 1 puede jugar el papel de un cliente, de un servidor o de un enrutador.

A título de ejemplo, la red 3 es una red *ad hoc* y, más en particular, una red de captadores en la que los nodos 1 incluyen captadores de bajo consumo de energía, por ejemplo captadores o sondas de temperatura, de presión, de velocidad del aire, o de vibración, para prevenir catástrofes naturales. Otro ejemplo puede ser una red para una informática omnipresente (*ubiquitous computing* en inglés).

En el ejemplo particular de la descripción, cada nodo 1 incluye un dispositivo 5 de emisión y de recepción de señales, comprendiendo estas señales un preámbulo y una trama de datos, como se va a explicar más adelante. El dispositivo 5 incluye un emisor-receptor vía radio. Se puede tratar de un ordenador, un teléfono portátil o cualquier otro dispositivo que pueda recibir y/o emitir una señal.

La figura 2 muestra, de manera esquemática, una señal 11 conforme a la invención, que comprende una trama de datos 13 precedida por un preámbulo 15 que incluye una secuencia 17 de micro-tramas 19. Esta secuencia 17 de

micro-tramas está adaptada para ser reconocida por un nodo 1 como que es un preámbulo 15 y, además, puede incluir una o varias informaciones útiles que permitan que el nodo 1 reduzca el gasto de la escucha inútil.

En efecto, la secuencia 17 de micro-tramas 19 está numerada, es decir, que cada trama 19 comprende un número de secuencia, correspondiente a la referencia 45 en la figura 7, que permite deducir el número restante de micro-tramas 19 que preceden a la trama de datos 13. En otras palabras, la numeración de las micro-tramas de la secuencia es tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos. Una micro-trama 19 puede comprender, además, un dato de especificación o tipo, referenciado con el 41 en la figura 7, que indique que se trata de una micro-trama 19.

A título de ejemplo, las micro-tramas 19 pueden estar numeradas secuencialmente desde 1 hasta m. El número m designa el número de micro-tramas que se necesita para que la duración T_w del preámbulo 15 sea al menos igual al período entre despertares de un nodo receptor. De ese modo, la duración T_w del preámbulo contiene m micro-tramas de las que cada una de ellas tiene una duración f y el intervalo entre micro-tramas tiene una duración s. En ese caso, la duración T_w del preámbulo puede ser expresada en función de m, s y f según la fórmula siguiente:

$$T_w = (s+f) \cdot m$$

Dicho de otra manera, la duración entre una primera y una última micro-trama 19 de la secuencia 17 de micro-tramas es igual al período determinado T_w correspondiente a una duración superior o igual a un período de adormecimiento 27 de un nodo 1 entre dos despertares 29 consecutivos (véase, por ejemplo, la figura 4).

En la figura 3 se han representado esquemas de bloques funcionales del nodo 1a y del nodo 1b, respectivamente emisor y receptor en el ejemplo particular aquí descrito. Por motivos de claridad, en la figura 3 se han representado solamente los elementos de la parte de emisión del dispositivo de emisión/recepción 5a del nodo 1a y los elementos de la parte de recepción del dispositivo de emisión/recepción 5b del nodo 1b. Se apreciará, no obstante, que los nodos 1a y 1b pueden jugar aquí, a la vez, los papeles de emisor y de receptor, y comprender así, cada uno de ellos, una parte de emisión y una parte de recepción.

Con referencia a la figura 3, la parte de emisión del dispositivo de emisión y de recepción 5a del nodo emisor 1a incluye medios de generación 22 y medios de emisión 21a. Los medios de generación 22 están dispuestos de modo que generan una señal 11 conforme a lo descrito anteriormente, que incluye un preámbulo 15 seguido de una trama de datos 13. El preámbulo 15 comprende, en particular, una secuencia 17 numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-tramas tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos. Los medios de emisión 21a están dispuestos de modo que envían esta señal 11 hacia el nodo receptor 1b por medio de la red de comunicación 3.

Se apreciará que el envío de la señal 11 por el nodo emisor 1a puede ser un envío simultáneo de tipo difusión general (*broadcasts* en inglés), a un gran número de nodos (destinatarios).

Con referencia a la figura 3, la parte de recepción del dispositivo de emisión y de recepción 5b del nodo 1b incluye medios de recepción 21b y medios de control 23b de los medios de recepción 21b. Los medios de recepción 21b están dispuestos de modo que reciben una señal 11 conforme a la enviada por el nodo emisor 1a. Los medios de control 23b están dispuestos de modo que controlan el adormecimiento y el despertar de los medios de recepción 21b según un número de secuencia comprendido en una micro-trama 19 recibida por los medios de recepción 21b, como se va a explicar en el procedimiento que se va a describir más adelante. Así, los medios de control 23b están adaptados para, tras la recepción de una micro-trama 19 de una señal 11, llevar a cabo las etapas del procedimiento que se describe más adelante, las cuales son ejecutadas por el nodo receptor 1b, en particular:

- la lectura del número de secuencia 45 de la micro-trama 19 recibida,
- la determinación, a partir de este número de secuencia, del momento de llegada de la trama de datos 13 de la señal 11, y
- la orden de adormecimiento del nodo 1b y, de manera más precisa, de su dispositivo de emisión/recepción 5b, a continuación de la recepción de la micro-trama 19, y después su despertar de tal manera que se pueda recibir esta trama de datos 13.

Los medios de control 23b pueden estar constituidos por un microprocesador, un microcontrolador o cualquier otro componente programable. El componente programable ejecuta un programa de ordenador que incluye las instrucciones necesarias para la realización del procedimiento de transmisión de tramas de datos por escalonamiento de preámbulo según la invención.

Los programas de ordenador pueden estar implantados en los nodos 1 del sistema de transmisión 3 para llevar a cabo el procedimiento de transmisión de tramas de datos por escalonamiento de preámbulo según la invención. Así, la invención también va sobre:

ES 2 332 536 T3

- un programa de ordenador para un dispositivo de emisión de una señal que comprende un preámbulo y una trama de datos, incluyendo el programa instrucciones para ordenar la generación de una señal cuyo preámbulo incluye una secuencia numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-tramas de esta secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos, cuando el programa es ejecutado por el dispositivo de emisión, y

- un programa de ordenador para un dispositivo de recepción de una señal conforme a lo que se ha descrito en lo que antecede, que comprende instrucciones de programa para ordenar, con la recepción de una micro-trama de la señal, la lectura del número de secuencia de la micro-trama recibida, la determinación del instante de llegada de la trama de datos de la señal y un adormecimiento del dispositivo de recepción, a continuación de la recepción de la micro-trama, seguido de un despertar de una manera tal que se reciba la citada trama de datos.

Estos programas pueden estar almacenados en, o ser transmitidos por, soportes de datos. Éstos pueden ser soportes materiales de almacenamiento, por ejemplo un CD-ROM, un disquete magnético o un disco duro, o bien soportes transmisibles tales como una señal eléctrica, óptica o de radio.

La figura 3 ilustra, de manera esquemática, una transmisión de una señal 11 entre los dos nodos 1a y 1b de la red de comunicación 3. En emisión, el nodo emisor 1a genera una señal 11 conforme a lo que se ha descrito en lo que antecede. En particular, la señal 11 incluye un preámbulo, que comprende él mismo una secuencia numerada de micro-tramas 19, seguido de una trama de datos 13. La numeración de las micro-tramas 19 de la secuencia 11 que precede a la trama de datos 13 es tal que el número de una de estas micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas en la secuencia, por delante de la trama de datos 13. El nodo emisor 1a envía la señal 11 generada con destino al nodo 1b a través de la red 3.

La figura 4 muestra, de manera esquemática, la evolución en el tiempo 25 de la transmisión de esta señal 11 entre el nodo emisor 1a y el nodo receptor 1b. Este nodo receptor 1b verifica periódicamente, por ejemplo cada T_p segundos (período referenciado como 27 con T_p superior o igual a T_w), si existe algún mensaje con destino al mismo. Para ello, el nodo receptor 1b se despierta durante un corto período 29 para escuchar el canal 4. Durante uno de estos períodos de despertar 29, recibe la micro-trama 19a, como se ilustra en la figura 4.

El nodo receptor 1b lee en la micro-trama 19a el número de secuencia que contiene y deduce el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos 13, y a continuación la duración correspondiente del período referenciado con el 31 en la figura 4. Cuando los medios de recepción 21b del nodo receptor 1b reciben la micro-trama 19a, los medios de control 23b leen el número de secuencia de esta micro-trama 19a y deducen el número restante de micro-tramas en la secuencia antes de la llegada de la trama de datos 13, y a continuación el instante de llegada de la trama de datos 13a, o dicho de otra manera, la duración del período referenciado con el 31 en la figura 4. Los medios de control 23b pueden ordenar también a los medios de recepción 21b que apaguen la radio hasta el instante de llegada de la trama de datos 13, es decir durante el período 31. Este ejemplo muestra que el nodo receptor 1b puede estar apagado durante el período 31, es decir entre la recepción de la micro-trama 19a y la recepción de la trama de datos 13. Entonces, el nodo 1b no despierta más que durante un corto período 33, durante el cual recibe la trama de datos 13, en comparación con el período 117 (véase la figura 8 de la técnica anterior).

Para calcular el ahorro de energía del procedimiento de escalonamiento de micro-tramas según la invención, con relación a un método clásico de escalonamiento de preámbulo, se compara el tiempo medio de escucha MT (según la invención) con el tiempo medio de escucha EP (clásico) de recepción de una trama de datos de duración T.

En este caso, el ahorro de energía viene dado por la fórmula siguiente:

$$\text{Ahorro} = 1 - \text{MT/EP} = 1 - \frac{(s + f)/2 + f + T}{m(s + f)/2 + T}$$

Dado que el número m de micro-tramas es muy grande frente a las duraciones f (período de una micro-trama) y s (período entre dos micro-tramas consecutivas), la fórmula de ahorro que antecede indica una reducción del coste de recepción de datos, especialmente en el caso de una difusión general.

La figura 5 es otro ejemplo de la evolución en el tiempo 25 de la transmisión de una señal 11 entre el nodo 1a y el nodo 1b según un modo de acceso múltiple con escucha de portadora (CSMA: *Carrier Sense Multiple Access* en inglés). Este modo de acceso permite compartir un canal 4 único entre varios nodos 1. De ese modo, antes de emitir, cada nodo 1 debe escuchar el canal 4 para saber si está libre o no. Si el canal está libre, entonces el nodo 1 puede emitir; si no lo está, el nodo 1 debe seguir escuchando hasta que este canal 4 se libere para poder emitir. El objetivo de este método consiste en evitar colisiones debidas a los accesos simultáneos al canal 4. Se recuerda aquí que el dispositivo 5b del nodo 1b comprende a la vez medios de recepción y medios de emisión.

Este ejemplo muestra que la utilización de las micro-tramas 19 permite reducir el tiempo de escucha inútil para acceder al canal 4 en caso de que este último se encuentre ocupado por otro nodo 1 que desee enviar datos.

ES 2 332 536 T3

En efecto, cuando un nodo 1b se despierta, su dispositivo de emisión/recepción 5b escucha el canal 4. Si los medios de recepción 21b reciben una micro-trama 19a, entonces los medios de control 23b deducen que el canal 4 está ocupado debido a una utilización por parte de otro dispositivo de emisión/recepción 5b, y leen el número de secuencia de esta micro-trama 19a con el fin de determinar la duración de la ocupación 35 del canal, permitiendo así que el dispositivo de emisión/recepción 5b duerma de modo que no se despierte más que después del final de esta duración de ocupación 35 con el fin de acceder a dicho canal 4. Dicho de otro modo, esto permite que el nodo 1b apague la radio durante esta duración de ocupación 35 del canal 4 y no se despierte más que después del final de esta transmisión para tratar de nuevo de acceder al canal 4 con el fin de enviar la señal 11.

Suponiendo que cada nodo posea n colindantes que pueden detectar y decodificar la señal 11, el ahorro de energía viene dado entonces por la fórmula siguiente:

$$\text{Ahorro} = 1 - \text{MT/EP} = 1 - \frac{n(s + f)/2 + nf + (n - 1)T}{n \cdot m(s + f)/2 + nT}$$

Esta fórmula muestra que el ahorro depende de la duración T de la trama de datos 13. Cuanto más grande es la duración T , más grande es el ahorro.

La figura 6 es otro ejemplo de la evolución en el tiempo 25 de la transmisión de una señal 11 entre el nodo emisor 1a y el nodo receptor 1b.

Según este ejemplo, se pueden utilizar las micro-tramas 19 para permitir que un nodo 1b filtre las tramas de datos 13 antes de recibirlas.

En efecto, una micro-trama 19 puede incluir una signature 47 (véase la figura 7) de la trama de datos 13. La signature puede ser obtenida aplicando una función de fragmentación a la trama de datos 13 adaptada para transformar esta trama de datos 13, que puede ser de tamaño variable, en un código de tamaño fijo.

En este caso, los medios de control 23b pueden controlar el adormecimiento y el despertar del dispositivo de emisión/recepción 5b según la signature de la trama de datos 13 comprendida en la micro-trama 19a recibida.

La signature de la trama de datos 13 permite que un nodo 1b evite la recepción de las tramas redundantes y por tanto inútiles. En efecto, cuando un nodo 1b se despierta para escuchar el canal 4, si su dispositivo de emisión/recepción 5b recibe una micro-trama 19a, entonces los medios de control 23b leen la signature de la trama de datos 13 con el fin de verificar si el nodo 1b ha recibido ya esta trama de datos 13. Los medios de control 23b pueden, por ejemplo, comparar esta signature con las signatures ya recibidas; en caso de que encuentren esta signature entre las ya recibidas, entonces pueden deducir que el nodo 1b ha recibido ya la trama de datos 13 que viene a continuación, y de ese modo el nodo 1b puede dormir durante el período 27.

En ese caso, el ahorro de energía viene dado por la fórmula siguiente:

$$\text{Ahorro} = 1 - \text{MT/EP} = 1 - \frac{n(s + f)/2 + nf + (n - 1)T}{n \cdot m(s + f)/2 + nT}$$

Se apreciará que el ahorro en modo de recepción durante las dos fórmulas anteriores es el mismo ya que en los dos casos se evita recibir la misma cantidad de micro-tramas 19 y de tramas de datos 13.

Ventajosamente, una micro-trama 19 puede incluir también un campo para una dirección 43 de destino (véase la figura 7). En ese caso, los medios de control 23b pueden controlar también el adormecimiento y el despertar del dispositivo de emisión/recepción 5b de acuerdo con la dirección de destino comprendida en la micro-trama 19a recibida.

Esto permite que un nodo 1 reconozca en seguida si la trama de datos 13 está destinada a uno u otro nodo, permitiendo así reducir todavía más el coste de la escucha inútil de las tramas.

La figura 7 muestra una estructura particular de una micro-trama 19 que incluye cuatro campos. El primer campo es un campo-tipo 41 que indica que la trama es una micro-trama 19, el segundo campo es un campo-dirección 43 que indica la dirección de destino de la trama de datos 13 que sigue a la secuencia de micro-tramas 19, el tercer campo es un campo-número 45 que indica el número de secuencia de la micro-trama 19, y el cuarto campo es un campo-signature 47 que indica la signature de la trama de datos 13. Por otra parte, se apreciará que la micro-trama 19 puede incluir uno o varios campos entre los campos 41 a 47.

De ese modo, además de evitar las escuchas pasivas y las colisiones, la señal 11 según la invención permite evitar la escucha inútil de una sobre-escucha (*overhearing* en inglés), evitando la recepción y la decodificación de una trama de datos destinada a otro nodo, o de una trama de datos redundante cuyo contenido carece de interés para el enrutamiento o para la aplicación de los ya recibidos, o de las tramas de datos que ocupan el canal en espera de la liberación de este último.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de transmisión de una señal (11) que comprende un preámbulo (15) y una trama de datos (13) por una red de comunicación (3) que incluye una pluralidad de nodos (1), que se **caracteriza** porque comprende:
 - la generación de una señal (11) cuyo preámbulo (15) incluye una secuencia (17) numerada de micro-tramas (19), siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos,
 - el envío de la señal a través de la red.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la duración entre una primera y una segunda micro-trama (19) de la citada secuencia (17) de micro-tramas (19) es superior o igual a un período determinado (27) correspondiente a un tiempo de adormecimiento de un nodo (1) entre dos despertares (29) consecutivos.
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, que se **caracteriza** porque, con la recepción de una micro-trama (19a) por parte de un nodo (1b), el citado nodo (1b) lee el número de secuencia (45) de la micro-trama recibida, deduce el momento de llegada de la trama de datos (13), y se adormece mientras tanto (31).
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que se **caracteriza** porque:
 - a) un nodo (1b) se despierta para escuchar el canal (4);
 - b) si el nodo recibe una micro-trama (19) que indica que el canal está ocupado por otro nodo (1):
 - el nodo (1b) lee el número de secuencia de la micro-trama (19) para deducir la duración de la ocupación (35) de dicho canal (4), y
 - se adormece para no despertar más que después del final de esta duración de ocupación con el fin de acceder a dicho canal.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que se **caracteriza** porque, comprendiendo las micro-tramas (19) una signature (47) de la trama de datos (13), con la recepción de una micro-trama (19) por parte de un nodo (1b) el citado nodo (1b) lee la signature (47) de la trama de datos (13) con el fin de verificar si ha recibido ya esta trama de datos (13).
6. Dispositivo de emisión de una señal (11) que comprende un preámbulo (15) y una trama de datos (13), por una red de comunicación (3), que se **caracteriza** porque incluye medios de generación (22) destinados a generar una señal (11) cuyo preámbulo (15) incluye una secuencia (17) numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos.
7. Programa de ordenador para un dispositivo de emisión de una señal (11) que comprende un preámbulo (15) y una trama de datos (13), que comprende instrucciones de programa para ordenar la generación de una señal (11) cuyo preámbulo (15) incluye una secuencia (17) numerada de micro-tramas, siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos, cuando el programa es ejecutado por el dispositivo de emisión.
8. Soporte que incluye medios de almacenamiento del programa según la reivindicación 7.
9. Dispositivo de recepción de una señal (11) transmitida a través de una red de comunicación (3), comprendiendo la citada señal un preámbulo (15) que incluye una secuencia numerada de micro-tramas y una trama de datos (13), siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número de micro-tramas restantes de la secuencia, por delante de la trama de datos, que se **caracteriza** porque comprende medios de control (23b) adaptados para, tras la recepción de una micro-trama de una señal, leer el número de secuencia (45) de la micro-trama recibida, determinar, a partir del número de secuencia leído, el momento de llegada de la trama de datos (13) de la señal, y ordenar el adormecimiento del dispositivo de recepción a continuación de la recepción de la micro-trama y después su despertar de manera que se pueda recibir la citada trama de datos.
10. Programa de ordenador para un dispositivo de recepción de una señal transmitida a través de una red, comprendiendo la citada señal un preámbulo (15) que incluye una secuencia numerada de micro-tramas y una trama de datos (13), siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos, que se **caracteriza** porque comprende instrucciones de programa para ordenar, tras la recepción de una micro-trama de una señal, la lectura del número de secuencia (45) de la micro-trama recibida, la determinación del momento de llegada de

ES 2 332 536 T3

la trama de datos (13) de la señal y un adormecimiento del dispositivo de recepción a continuación de la recepción de la micro-trama, seguido de un despertar de manera que se pueda recibir la citada trama de datos.

11. Soporte de programa que incluye medios de almacenamiento del programa según la reivindicación 10.

12. Sistema de transmisión de tramas de datos, que incluye al menos un nodo emisor (1a) y un nodo receptor (1b), que se **caracteriza** porque el nodo emisor (1a) incluye un dispositivo según la reivindicación 6 y el nodo receptor (1b) incluye un dispositivo según la reivindicación 9.

13. Señal que comprende un preámbulo (15) y una trama de datos (13), que se **caracteriza** porque el preámbulo (15) incluye una secuencia (17) numerada de micro-tramas (19), siendo la numeración de las micro-tramas de la citada secuencia tal que el número de una de las micro-tramas permite deducir el número restante de micro-tramas de la secuencia, por delante de la trama de datos.



